

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-051840

(43)Date of publication of application : 20.02.1998

(51)Int.Cl.

H04Q 7/34

(21)Application number : 08-198703

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 29.07.1996

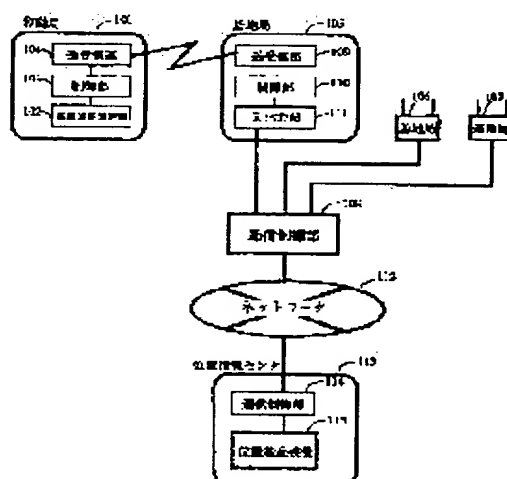
(72)Inventor : KANETANI NOBUMI
ISHIBASHI HIROYOSHI
SUGIURA MASAKI
YAMAGUCHI KAZUAKI
KUBO TORU

(54) POSITION DETECTION SYSTEM FOR RADIO MOBILE STATION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To detect a position with high accuracy based on received field intensity from a plurality of base stations in a radio mobile station.

SOLUTION: The radio field intensity from a plurality of base stations 105-107 at a measurement point of a service area is measured for a plurality of number of times and the result is stored in a radio field intensity data storage section which stores the relation between the received radio field intensity and the position in cross reference and when a position is detected, the radio field intensity data in the radio field intensity data storage section are compared with the radio field intensity at a point where the position is desired to be detected, and the position detection section uses a statistical method to estimate the position based on a plurality of the radio field intensity data with a small error as the result of comparison of the radio field intensity. Thus, the position of the mobile station 101 is estimated at a range narrower than the distance from the measured points without being limited to the actually measured position so as to estimate the reliability.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.04.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3161334

[Date of registration] 23.02.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-51840

(43)公開日 平成10年(1998) 2月20日

(51)Int.Cl.⁶

H 0 4 Q 7/34

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 4 B 7/26

技術表示箇所

1 0 6 A

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 16 頁)

(21)出願番号 特願平8-198703

(22)出願日 平成8年(1996) 7月29日

(71)出願人 000005321

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 金谷 悦己

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 石橋 弘義

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72)発明者 杉浦 雅貴

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74)代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

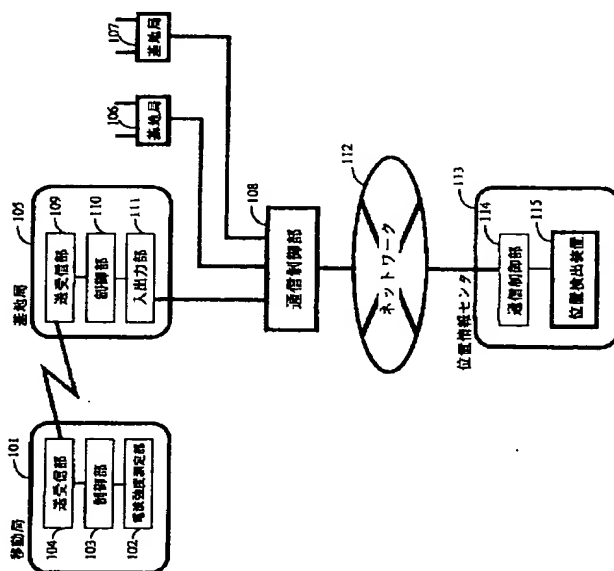
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 無線移動局の位置検出方式

(57)【要約】

【課題】 無線移動局において、複数基地局からの受信電波強度に基づき、高精度に位置を検出することを目的とする。

【解決手段】 サービスエリアの測定地点における複数の基地局からの無線電波強度を複数回測定して、受信電波強度と位置の関係を対応付けて保持する電波強度データ記憶部に蓄積し、位置検出時に電波強度データ記憶部の電波強度データと位置検出したい地点での受信電波強度の比較を行ない、位置検出部が電波強度の比較の結果誤差の小さい複数の電波強度データを基に、統計的手法を用いて位置を推定することにより、実際に測定した地点に限定されることなく測定地点間の距離より狭い範囲で移動局の位置を推定し、信頼性を見積もることができる。



基地局から受信した電波強度 (E1' E2' E3' E4' E5') をセンタに送信し、センタのデータベースに蓄積されている電波強度のうち最も近いものとのマッチングを取ることで移動局の位置 (X' Y') を推定する。

【0006】こうして、「受信レベル情報に基づいた移動体位置検出に関する一検討」による位置検出方式によれば、1基地局の無線ゾーンよりも狭い範囲で移動局の位置を推定することができる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の位置検出方式では、位置データベースの内、最も近い受信電波強度データを検索して位置を推定するため、推定される位置は実際に測定した地点に限定されてしまう。

【0008】また一般に場所を認識するのは、屋内であればフロアや部屋番号、屋外であれば建物名や固有のエリア名などで認識することが多く、座標で判断するのはたいへん不便であることが多い。このように離散値で表現される位置を検出したい場合、上記の位置検出方法では、例えば部屋番号と座標の対応を予め持つておいて、推定された移動局の位置を部屋番号に変換する方法が考えられる。

【0009】しかし、部屋と部屋の境界付近では推定された位置の誤差が大きく、受信した電波強度から最も近い地点を特定したとしても誤り率が高くなってしまいどのくらい答えに信頼性があるのか判断することができない。

【0010】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明の移動局の位置検出方法では、サービスエリアの測定地点における複数の基地局からの無線電波強度を複数回測定して、受信電波強度と座標など連続値で表現される位置の関係を対応付けて保持する電波強度データ記憶部に蓄積し、位置検出時に電波強度データ記憶部の電波強度データと位置検出したい地点での受信電波強度の比較を行ない、位置検出部が電波強度の比較の結果誤差の小さい複数の電波強度データを基に、加重平均を取るなどの統計的手法を用いて位置を推定することにより、実際に測定した地点に限定されことなく測定地点間の距離より狭い範囲で移動局の位置を推定することができる。

【0011】また、電波強度データ記憶部に蓄積する受信電波強度と位置座標の内、位置座標を離散値で表現される位置として蓄積し、位置検出時に電波強度データ記憶部の電波強度データと位置検出したい受信電波強度の比較を行ない、位置検出制御部が電波強度の比較の結果誤差の小さい複数の電波強度データを基に、多数決を取るなどの統計的手法を用いて位置を推定し、また抽出した複数の電波強度データのうち推定した位置の占める割合などの統計的手法により、得られた位置がどの程度確からしいか答の信頼性を見積もることができる。

【0012】

【発明の実施の形態】本発明の請求項1に記載の発明は、移動局と基地局との間で無線による通信を行う移動体無線通信システムにおいて、複数の測定地点での、連続値で表現されるその地点の位置情報とそれぞれの測定地点での複数の基地局からの受信電波強度からなる電波強度データを保持する電波強度データ記憶部と、前記電波強度データ記憶部の電波強度データと位置検出したい地点での電波強度の比較を行ない位置を推定する手段を持つ位置検出部と、前記位置検出部における比較基準となる誤差のうち、誤差の小さい複数の電波強度データを保持する誤差電波強度データ記憶部を備え、前記位置検出部が前記誤差電波強度データ記憶部内の複数の電波強度データによって位置検出を行なうものであり、推定位置は実際に測定した地点に限定されことなく、測定地点の間隔より狭い範囲で位置を推定する作用を有する。

【0013】請求項2に記載の発明は、移動局と基地局との間で無線による通信を行う移動体無線通信システムにおいて、複数の測定地点での、離散値で表現されるその地点の位置情報とそれぞれの測定地点での複数の基地局からの受信電波強度からなる電波強度データを保持する電波強度データ記憶部と、前記電波強度データ記憶部の電波強度データと位置検出したい地点での電波強度の比較を行ない位置を推定する手段を持つ位置検出部と、前記位置検出部における比較基準となる誤差のうち、誤差の小さい複数の電波強度データを保持する誤差電波強度データ記憶部を備え、前記位置検出部が前記誤差電波強度データ記憶部内の複数の電波強度データによって離散値で表現される位置検出を行なうものであり、位置検出時に電波強度記憶部の電波強度データと位置検出した受信電波強度の比較を行ない、位置検出制御部が誤差電波強度記憶部で保持する比較誤差の小さい複数の電波強度データから多数決を取るなどの統計的手法を用いて位置を推定し、複数の電波強度データのうち推定した位置の占める割合などの統計的手法により、得られた位置がどの程度確からしいか答の信頼性を見積もることができる作用を有する。

【0014】請求項3に記載の発明は、請求項1、2に記載の構成に加え、移動局を使用する人とその人の行動ルール、または、スケジュールに関する知識を持つ位置検出知識部を備え、位置検出部が誤差電波強度データ記憶部内の複数の電波強度データと前記位置検出知識部内の知識を用いて位置検出を行なうものであり、位置推定時に人とその人の行動ルール、スケジュールなどに関する知識を使うことにより、入室禁止など移動の可能性の少ないデータを排除することができ、また移動の可能性の高いデータを選択することができ、位置検出精度を向上させる作用を有する。

【0015】請求項4に記載の発明は、請求項2に構成において、位置検出部が離散値で表現される複数の位置の

地点におけるユーザの入力指示に従ったタイミング、あるいはシステム動作上のタイミング、あるいは一定の時間間隔で発生するなど任意であるが、位置検出要求を受け付けると制御部103は、電波強度測定指示を出し、電波強度測定部102は複数基地局からの電波強度を測定する(ステップ402)。ここで、マルチパスによるフェージングや環境変化などの外的要因により不安定な無線電波強度の測定方法については、ある時間間隔内でまたは複数回測定してその平均を取る、あるいは加重平均を取る、最大値を取るなど統計的な処理を施す方法もいろいろ考えられるが、測定方法についてはここでは言及しない。

【0028】複数基地局からの電波強度を測定すると、制御部103は、この受信電波強度データを移動局送受信部104から、例えば最大の電波強度である基地局105を選び、これに対し送信する。基地局105では、基地局送受信部107で移動局101からの受信電波強度データを受信すると、データの種別を基地局制御部110が判断し、これを入出力部111、通信制御部108、ネットワーク112を介して位置情報センタ113

に送信する(ステップ403)。

【0029】ここで送信される受信電波強度データは、移動局で受信できる全ての基地局の電波強度、あるいはある電波レベルを越える全ての基地局の電波強度、あるいは電波強度の高いものから順に指定個の基地局数の電波強度を報告するなどあるが、ここでは簡単のため、上位4個の基地局の電波強度を報告する場合を例にとって説明する。

【0030】受信電波強度データを受けとると、位置情報センタ113は受信電波強度データを通信制御部114に渡し、通信制御部114はこれを位置検出装置115に渡し、位置を推定し推定結果を得る(ステップ404)。位置検出装置115から得られた推定結果はネットワーク112、通信制御部108、基地局105を介して移動局101に返される(ステップ405)。

【0031】ここで、位置検出装置115におけるステップ404の位置検出方法について図4(b)のフローチャートを用いて説明する。

【0032】図1における位置検出装置115を示す図2における位置検出装置201で、基地局B1、B2、

$$\sqrt{(E_{j1} - E_1)^2 + (E_{j2} - E_2)^2 + (E_{j3} - E_3)^2 + (E_{j4} - E_4)^2}$$

【0038】を使って計算できる。また、比較する基地局が全て一致していない場合も、一致していない基地局の電波強度を0として追加し、容易に距離すなわち誤差を計算することができる。

【0039】こうして算出された誤差を判定の結果、誤差電波強度データ記憶部204にその時の座標位置と算出された誤差 δ を記憶するが、誤差電波強度記憶部204で保持するデータ数が特定数のk(kは2以上の整

B3、B4からそれぞれE1、E2、E3、E4の電波強度を受信したデータ((B1、E1)、(B2、E2)、(B3、E3)、(B4、E4))を受け付ける(ステップ411)。

【0033】電波強度データ記憶部202は、複数の測定地点での、位置情報と複数の基地局からの受信電波強度からなる電波強度データを持っており、位置検出部203は受信電波強度を電波強度データ記憶部202が持つ各位置での基地局と電波強度との関係と比較する(ステップ412)。

【0034】電波強度の比較は数学的距離即ち以下を満たす任意の距離関数 ρ により算出し、その誤差 δ により近さを判定する。

【0035】集合Xの任意の2元x、yに対して負でない実数 $\rho(x, y)$ が一意に対応して、

1) $\rho(x, x) = 0$ 、逆に $\rho(x, y) = 0$ ならば $x = y$

2) $\rho(x, y) = \rho(y, x)$

3) 任意の3点x、y、zに対して、

$\rho(x, z) \leq \rho(x, y) + \rho(y, z)$

を満たす。

【0036】例えば一般的な距離の概念であるユークリッド距離を用いた場合について距離の計算方法を説明する。位置検出装置201は電波強度の強い基地局から上位4つの基地局であるB1、B2、B3、B4からそれぞれE1、E2、E3、E4の電波強度を受信し、その電波強度データ((B1、E1)、(B2、E2)、

(B3、E3)、(B4、E4))と電波強度データ記憶部で保持するj番目の電波強度データ((BSj1、Ej1)、(BSj2、Ej2)、(BSj3、Ej3)、(BSj4、Ej4)) (ただしBSj1、BSj2、BSj3、BSj4はj番目の電波強度データの測定地点(Xi、Yi)で受信した電波強度の強い基地局から上位4つの基地局であり、Ej1、Ej2、Ej3、Ej4はそれぞれこれら基地局から受信した電波強度を示す)との距離は、比較する基地局が全て一致している場合、即ちB1=BSj1、B2=BSj2、B3=BSj3、B4=BSj4の場合、

【0037】

【数1】

数)に満たない間は(ステップ413)、位置検出部203はその地点の位置座標(x、y)と算出された誤差 δ を誤差電波強度記憶部204に保存する(ステップ414)。

【0040】誤差電波強度データ記憶部204で保持する電波強度データ数がkに達した場合(ステップ413)、位置検出部203は算出された誤差 δ と誤差電波強度データ記憶部204内で保持するk個の電波強度デ

同じである。

【0054】実施の形態1と同様に、位置検出部503は受信電波強度データと電波強度データ記憶部502で保持する各地点での電波強度データを順に比較し、位置検出部503で算出された誤差を判定の結果、誤差電波強度データ記憶部504にその時の部屋番号と算出された誤差 δ を記憶するが、誤差電波強度データ記憶部504で保持するデータ数が特定数 k (k は2以上の整数)に満たない間は(ステップ413)、位置検出部503はその地点の部屋番号と算出された誤差 δ を誤差電波強度データ記憶部504に保存する(ステップ414)。

【0055】誤差電波強度データ記憶部504で保持する電波強度データ数が k に達した場合(ステップ413)、位置検出部503は算出された誤差 δ と誤差電波強度データ記憶部504内で保持する k 個の電波強度データと比較し、 δ が小さければ誤差電波強度データ記憶部504で保持する最大の誤差を持つ電波強度データをその時の部屋番号及び誤差 δ に置き換える(ステップ415)。これを全てのデータを比較するまで繰り返す(ステップ416)。

【0056】こうして電波強度データ記憶部502で保持するデータ全てについて比較判定すると、位置検出部503は誤差電波強度データ記憶部504で保持する k 個の電波強度データ基に位置を推定する。

【0057】推定方法は、単純には多数決を取るなどの方法が考えられるが、ここではさらに推定した位置の k 個に対する比率から、どのくらいの割合でその位置の推定が確からしいか答の信頼性を見積もることができる。

【0058】例えば $k=5$ の時、誤差電波強度データ記憶部504の5個のデータ全てがある1つの部屋番号room201を示していた場合、検出位置はroom201でほぼ間違いないと判断できる。

【0059】また、5個のデータのうち3個はroom201、2個はroom202であったとすると、60%の割合でroom201、40%の割合でroom202、したがって、おそらくroom201にいるがroom202かも知れないという判断が可能である。

【0060】また、位置推定時に位置検出知識部505の移動局を使用する人とその人の行動ルール、スケジュールなどに関する知識を使うことによりさらに検出精度を上げることができる。

【0061】図6に検出する部屋の構成例を、図7に位置検出知識部506の知識として、図6の各部屋に移動局を持つ人がどのくらい関わりを持っているかという知識を使って位置を推定する方法について説明する。

【0062】図7の知識の表のうち、記号は部屋と人の関わり合いを示すもので、各記号は以下のように定められているものとする。

【0063】

◎：頻繁に出入りする部屋

○：時々出入りする部屋

×：入室禁止、またはほとんど出入りしない部屋

ある人、例えば吉田さんの位置を検出したい場合、 $k=5$ で、検出処理の結果、誤差電波強度データ記憶部504の k 個の電波強度データのうち3個のデータがroom201、2個はroom202であったとすると、図7の表の知識から、吉田さんはroom201は応接室でほとんど出入りする可能性がないことが考えられるため検出位置はroom202の第一会議室であると推定することができる。

【0064】また位置検出知識部506として、他のシステム、例えば会議室予約システムや個人またはグループスケジュール管理システムなどと連携して位置を推定する方法について、図8の会議室予約システムを例に推定方法を説明する。

【0065】検出する部屋の構成例は図6と同じとし、図8に会議室予約システム内で持つ各会議室予約状況のデータを持つものとする。午後2時頃、吉田さんの位置を検出しようとした場合、 $k=5$ で、検出の結果、誤差電波強度データ記憶部504のうち3個の電波強度データがroom204、2個はroom202であったとする。

【0066】会議室予約システムと連携している位置検出知識部506は、図8に示すように、各会議室毎にに会議室の予約時間とその時間使用する人またはグループを管理している。吉田さんは午後2時頃は、第一会議室でシステム仕様検討会に参加予定になっている。この知識から吉田さんの位置はroom202の第一会議室であると推定される。

【0067】さらに位置検出知識部505として、離散値で表現される複数の位置の相互の関係に関する知識を利用して位置を推定する方法について、図9の部屋の隣接グラフを例に推定方法を説明する。検出する部屋の構成例は図6と同じとし、図9に図6の部屋の構成を基にした部屋の隣接グラフの例を示している。

【0068】隣接関係は、接する面積や壁の厚さなどにより部屋と部屋の結び付きすなわち電波の通りやすさが異なる。部屋の隣接関係は隣接する長さや部屋の重心からの距離などによりそれらを考慮した接続関係も考えられるが、ここでは簡単のため、廊下部分を除いて部屋が隣あっていたら接続関係があるとしてグラフ化した例について説明する。

【0069】ある人、例えば吉田さんの位置を検出したい場合、 $k=5$ で、検出処理の結果、誤差電波強度データ記憶部504のうち3個のデータがroom205、1個はroom206、1個はroom202であったとすると、図9の隣接グラフから、誤差電波強度データ記憶部504のデータ数が1個であるroom202は他のroom205およびroom206と隣接しておらず、誤ったデータであると推測できる。

と、位置検出部 7 0 3 は移動局に対して再度電波強度報告要求を出すなどして位置検出のやり直しを行なうことができる。

【0086】このようにして、本実施の形態による位置検出方式を適用した無線通信システムでは、基地局の電界分布に大きなゆらぎがあった場合などにおいて、短期的な履歴から移動速度や軌跡などを算出し、推定された位置の妥当性を判断することができる。

【0087】また長期的な履歴から、過去の経験を基にした移動の可能性から、推定された位置の妥当性を判断することができる。またそれでもなお位置推定処理部で求められた移動局の位置精度の信頼性が低いことが予想される際に、再度移動局での測定をやり直して、位置推定を繰り返すことにより位置検出の精度と信頼性を向上させることができる。

【0088】

【発明の効果】本発明による位置検出方式によれば、第 1 に、座標など連続値で表現される位置を検出したい場合に、位置検出部が電波強度データ記憶部の電波強度データと位置検出したい受信電波強度の比較を行ない、位置検出部が誤差電波強度記憶部で保持する誤差の小さい複数の電波強度データによって位置を検出することにより、推定位置は実際に測定した地点に限定されることなく、測定地点の間隔より狭い範囲で位置を推定することができる。また第 2 に、移動局における複数基地局の受信電波強度を複数個位置検出に用いることにより、部屋などの離散値で表現される位置を検出でき、またその推定された位置がどの程度確からしいか答の信頼性を見積もることができる。

【0089】第 3 に、位置推定時に人とその人の行動ルール、スケジュールなどに関する知識を使うことにより、入室禁止など移動の可能性の少ないデータを排除することができ、また移動の可能性の高いデータを選択することができ、位置検出精度を向上させることができる。

【0090】第 4 に、離散値で表現される複数の位置の相互の関係に関する知識を用いて、誤差電波強度データ記憶部内で保持する複数の電波強度データの内、接続関係が遠いデータを除外の対象にでき、また部屋の境界付近であるかの判断も可能で、位置検出精度を向上させることができる。

【0091】第 5 に、誤差電波強度データ記憶部に保持している複数の電波強度データのうち誤差の程度により電波強度データ数を可変にし、位置検出精度を向上させることができる。

【0092】第 6 に、短期的な履歴から移動速度や軌跡などを算出し、推定された位置の妥当性を判断し位置検出精度を向上させることができる。

【0093】第 7 に、長期的な履歴から、過去の経験を基にした移動の可能性から推定された位置の妥当性を判

断し位置検出精度を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】第 1 の実施の形態による位置検出方式を適用した無線通信システムの構成例図

【図 2】第 1 の実施の形態による位置検出方式を適用した無線通信システムにおける位置検出装置の構成例図

【図 3】第 1 の実施の形態による位置検出方式を適用した無線通信システムのシステムイメージ図

【図 4】(a) 第 1 の実施の形態による位置検出方式を適用した無線通信システムにおける位置検出処理のフローチャート

(b) 第 1 の実施の形態による位置検出方式を適用した無線通信システムにおける位置検出処理の位置検出装置におけるフローチャート

【図 5】第 2 の実施の形態による位置検出方式を適用した無線通信システムにおける位置検出装置の構成例図

【図 6】第 2 の実施の形態による位置検出方式を適用した無線通信システムにおいて位置検出をする部屋の構成例図

【図 7】第 2 の実施の形態による位置検出方式を適用した無線通信システムにおいて部屋と人の関わり度合を示す知識の例図

【図 8】第 2 の実施の形態による位置検出方式を適用した無線通信システムにおいて連携する会議室予約システムの予約状況の例図

【図 9】第 2 の実施の形態による位置検出方式を適用した無線通信システムにおいて部屋間接続グラフ例図

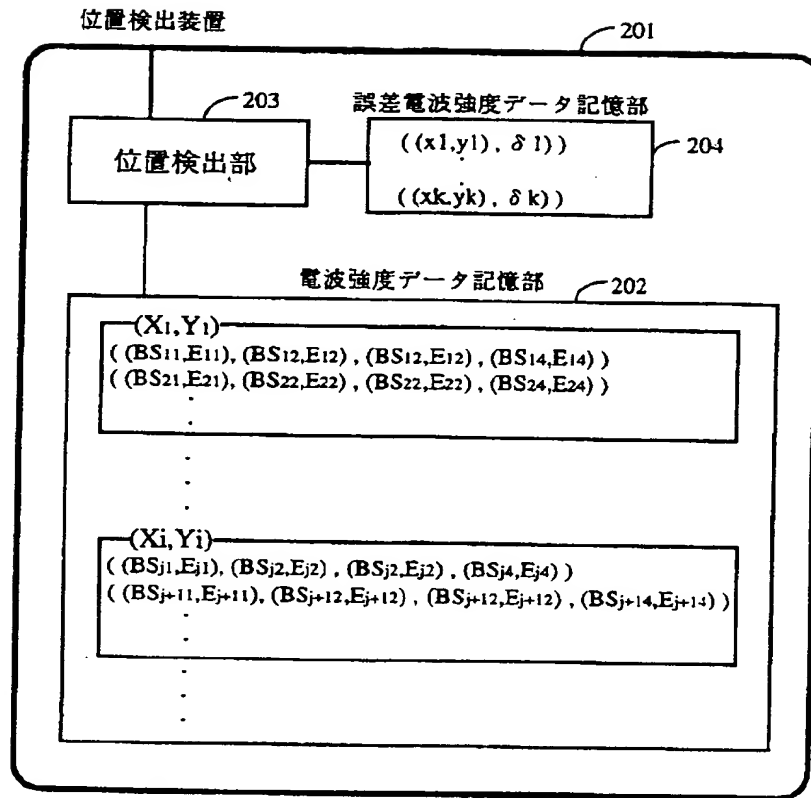
【図 10】第 3 の実施例による位置検出方式を適用した無線通信システムにおける位置検出装置の構成例図

【図 11】従来の位置検出方式を適用した無線通信システムの構成例図

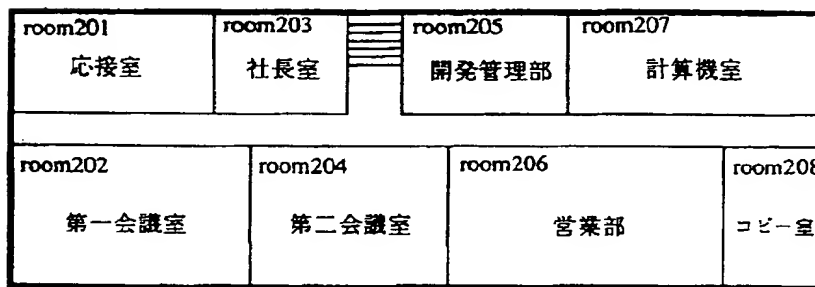
【符号の説明】

- 1 0 1 移動局
- 1 0 2 電波強度測定部
- 1 0 3 移動局制御部
- 1 0 4 移動局送受信部
- 1 0 5 基地局
- 1 0 6 基地局
- 1 0 7 基地局
- 4 0 1 0 8 通信制御部
- 1 0 9 基地局送受信部
- 1 1 0 基地局制御部
- 1 1 1 基地局入出力部
- 1 1 2 ネットワーク
- 1 1 3 位置情報センタ
- 1 1 4 通信制御部
- 1 1 5 位置検出装置
- 2 0 1 位置検出装置
- 2 0 2 電波強度データ記憶部
- 5 0 2 0 3 位置検出部

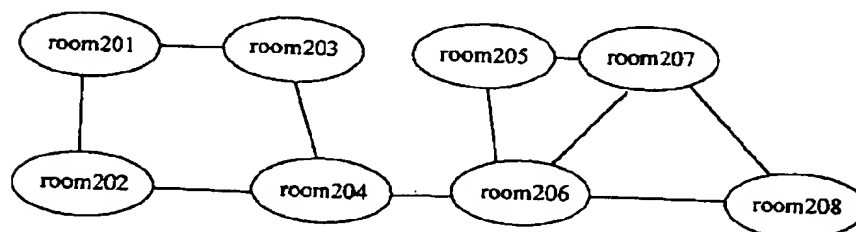
【図2】



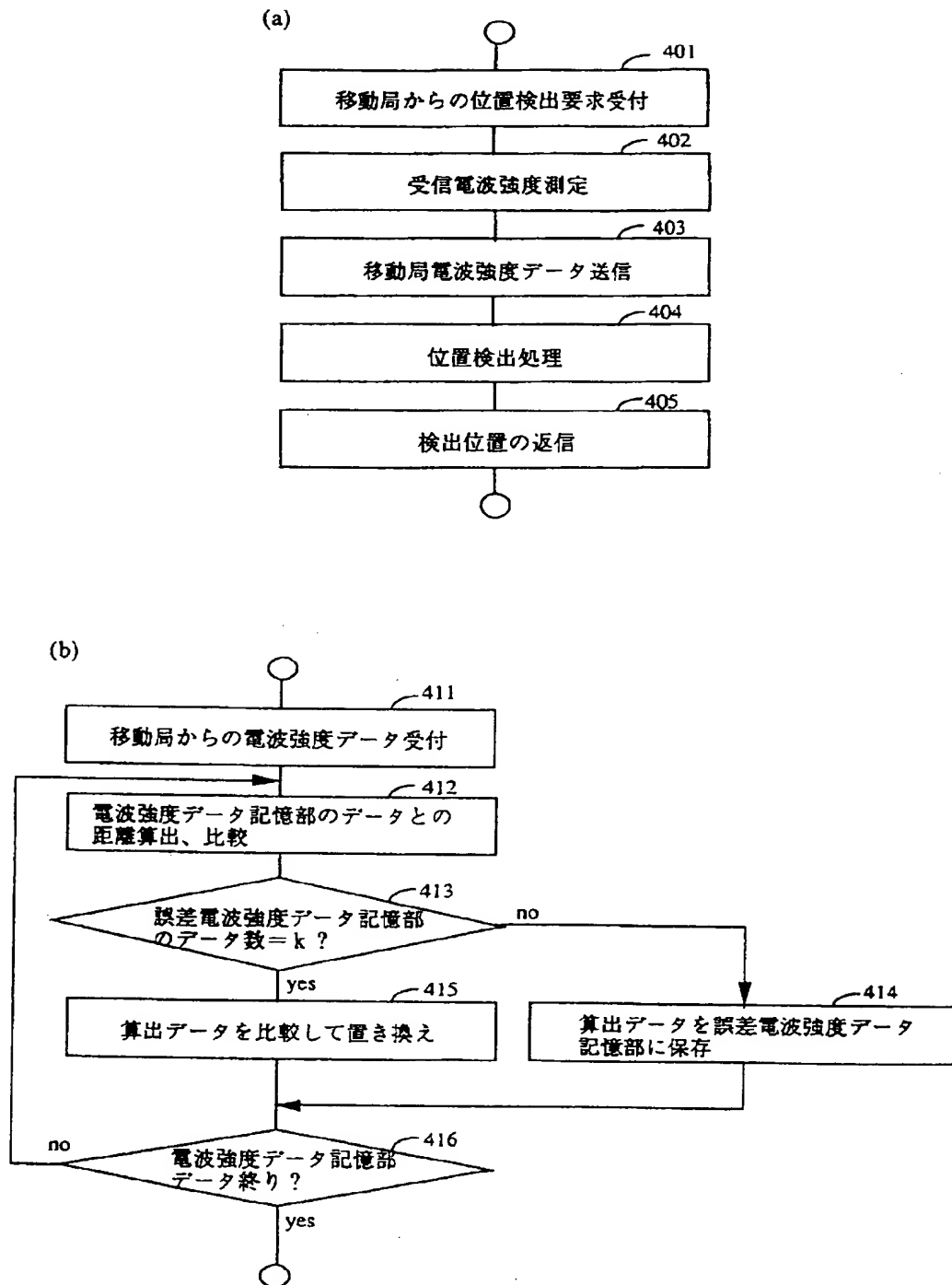
【図6】



【図9】



【図4】



【図8】

